

- F. GYGLI (1956). — Grande Dixence. Album de photographies, Lausanne.
- N. OULIANOFF (1942). — Effet de l'écrasement naturel et expérimental des roches. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, Lausanne, vol. 62.
- N. OULIANOFF (1955). — Ecrasement sans trituration et mylonitisation des roches. *Eclogae geologicae Helvetiae*, vol. 47, p. 377.
- N. OULIANOFF (1959). — La géologie et les grands tunnels alpins. *Bull. techn. de la Suisse Romande*, Lausanne, No 9, pp. 121-129 et *L'Autoroute*, Bâle, vol. 28 (1959), No 6, pp. 93-102.
- R. STAUB (1956). — Die geologische Beurteilung von Sperrstellen und Speicherbecken. *Cours d'eau et Energie*, p. 178.
- A. STUCKY (1954). — Déformation de la cuvette du lac sous l'effet de la poussée de l'eau. *Bull. techn. de la Suisse Romande*, Lausanne, p. 333.
- Aug. SÜSTRUNK (1951). — Sondage du glacier (Gornergletscher, Zermatt) par la méthode sismique. *La Houille Blanche*, Grenoble.

L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA GRANDE DIXENCE DANS LES ALPES VALAISANNES ¹

par Gérard Galibert

L'achèvement des travaux de captage et du barrage de la Grande Dixence, durant le mois de septembre 1961, a marqué la fin d'une épopée humaine et industrielle à l'échelle des Alpes. Il s'agit du plus beau et bientôt du plus puissant ensemble hydroélectrique des montagnes européennes.

De nombreux captages, réalisés depuis les années 30 d'abord dans les Pyrénées (l'aménagement des cirques du Lys et d'Espingo servit de modèle) puis dans les Alpes, ont montré la possibilité d'utiliser les dénivellations existant entre plusieurs vallées voisines pour concentrer dans un réservoir unique les eaux collectées en divers points et leur faire actionner les turbines d'une ou plusieurs centrales construites aux points les plus favorables. La retenue, alimentée en partie quelquefois au moyen d'eaux captées à un niveau inférieur et refoulées par pompage, est ainsi dissociée géographiquement de l'usine génératrice.

¹ Reproduction d'un article de la *Revue de Géographie alpine*, Tome I 1962 No 2, publiée par l'Institut de Géographie alpine de l'Université de Grenoble.

Le système des Centrales de la Grande Dixence résulte de l'aménagement de toute une partie des Alpes selon la conception du réservoir unique, réalisé en deux étapes. Dès 1935, la S. A. Energie de l'Ouest Suisse construisit la Centrale de Chandoline, d'une puissance installée égale à 250 000 kVA, alimentée d'une manière très classique par une retenue aménagée dans le Val des Dix (d'où le nom de Dixence), affluent du Val d'Hérémence, à l'aplomb de la Centrale et à quelques kilomètres de Sion. Seule la hauteur de chute présentait un caractère exceptionnel: 1 750 m.

Le projet d'aménagement de la Grande Dixence

Il apparut dès 1945 au Service Fédéral des Eaux qu'une énergie hydroélectrique beaucoup plus considérable pouvait être produite par la retenue de la Dixence. Il convenait de remplacer le premier barrage, haut de 83 m, retenant 50 millions de m³, par un barrage trois fois plus haut, capable d'accumuler près de 400 millions de m³ d'eau, dont le pouvoir énergétique pouvait être encore augmenté à condition de construire une ou plusieurs centrales dans le Val de Bagnes voisin, plus profond que le Val d'Hérémence, à distance égale du barrage. On pouvait également prévoir un système de captage de type pyrénéen, utilisant les eaux des bassins supérieurs de plusieurs vallées, entre le Nikolaïtal et le Val des Dix. Les conditions de relief étaient en effet analogues à celles des Pyrénées, à une altitude plus élevée de 500 à 1 000 m : de hautes surfaces molles, étalées entre 2 500 et 3 500 m, dominées par de lourds sommets de 4 000 m, défoncées par des auges très profondes rappellent beaucoup les paysages du massif de Néouvielle par exemple. Captage et collecte des eaux ne présentaient aucune difficulté. On pouvait de même créer facilement un système de pompage de vallée à vallée, le long des flancs raides d'auge, pour accumuler avec une perte de charge minima les eaux collectées et les diriger ensuite vers le fond de l'auge la plus profonde.

On sait que, dans toutes les installations de ce genre, le pompage a lieu aux heures creuses de la consommation électrique et utilise le courant produit par les usines « au fil de l'eau », dont l'arrêt ne procurerait aucun bénéfice. L'opération dans ces conditions est très avantageuse. Dans le cas de la Dixence, il ne pouvait être question de différer le pompage des eaux accumulées durant les heures de pointes de la consommation électrique en raison des difficultés de stockage partiel dans des retenues naturelles. La faible quantité d'eau à pomper (15 % du

total permettait d'envisager un pompage à toute heure, d'autant plus que le rapport hauteur de chute — hauteur de pompage, égal à $\frac{1\,750\text{ m}}{400\text{ m}}$ en fait une opération particulièrement rentable.

L'ampleur des travaux de génie civil à prévoir constituait un obstacle par contre: environ 125 km. de galeries, dont plusieurs en siphon pour traverser les grandes auges, et un barrage de 280 à 300 m de haut qui allait être le plus haut du monde et détenir un record dans ce domaine, de même que la hauteur de chute directe atteignant de 870 à 1 750 m suivant la centrale considérée. On pouvait aménager en effet un système de conduites forcées en étoile alimenté par l'unique retenue de la Grande Dixence.

Un consortium de Sociétés productrices d'électricité, de Banques et de Collectivités locales fut alors constitué qui fonda, en 1950, la Société pour l'aménagement de la chute de la Grande Dixence, chargée d'organiser et de réaliser les travaux. Son capital en est détenu à raison de 70 % par la S. A. Energie de l'Ouest suisse et la Société de Banque Suisse, 10 % par les Forces Motrices Bernoises, 10 % par les Forces Motrices du N.-E. de la Suisse, 10 % par le canton de Bâle-Ville désireux de procurer de l'énergie à bon compte aux industries de la ville.

Le régime de capitalisme libéral caractérisant l'économie suisse, avec un minimum d'intervention et d'aide financière de l'Etat fédéral, exigeait le maximum de rentabilité immédiate et durant la phase d'amortissement du capital investi. Le nouveau barrage devait noyer l'ancien qui alimentait l'usine de Chandoline. L'arrêt de cette usine ne pouvait être envisagé; il fallut concevoir un mode de construction permettant d'utiliser la retenue au fur et à mesure de l'édification du nouveau barrage. La construction d'un barrage poids fut donc décidée malgré l'important volume de béton à prévoir: 6 millions de m³ pour un barrage haut de 284 m, épais de 200 m à la base. Un tel mode de construction offrait en plus l'avantage d'un maximum de sécurité étant donné l'importance de la fissuration et du diaclasage des points d'appuis, constitués par des prasinites et des micaschistes à albite de la nappe du Grand-Saint-Bernard, que des galeries d'exploration avaient permis d'étudier *in situ*. On renonça, pour des raisons de rentabilité également, à capter la totalité des eaux nivoglaciaires de la rive gauche du Valais: le captage ne fut prévu qu'entre le versant Ouest du chaînon des Mischabel, à l'Est de Randa, et le Val des Dix.

La réalisation du projet

Les travaux, commencés en août 1953, furent achevés en septembre 1961. Ils furent contrariés par de grandes difficultés: le gel hivernal, obligeant à interrompre le bétonnage 6 à 7 mois par an; la distance et l'isolement, tels qu'il fallut construire un téléphérique principal de 20 km. de long transportant 1 000 à 1 200 t de ciment par jour et des téléphériques secondaires dont l'un acheminait journellement 10 000 à 26 000 t de sables et graviers sur 2,5 km. ! La nébulosité même gêna les travaux de bétonnage en raison de la grande portée (1 000 m) des blondins¹ utilisés, dont les conducteurs déversaient les bennes de 15 t de béton en se fiant à des indications transmises par radio. La plus grosse difficulté fut, au total, le besoin d'adapter aux conditions de travail en haute montagne un matériel et des techniques conçues pour les plus gros chantiers de basse altitude. Il en fut de même pour les galeries d'amenée et d'évacuation dont la longueur totale, 126,1 km., est tout à fait inhabituelle pour un seul ouvrage. Nous ne parlerons pas des difficultés, car elles étaient prévues, rencontrées dans les captages sous-glaciaires, à Schönbühl par exemple. Elles obligèrent le personnel à accepter les peines et les risques inhérents au métier de glaciologue. Les techniques sont identiques à celles employées en 1941-42 par la Société d'Electrométallurgie d'Ugine au glacier de Trélatête. Le système de drainage et d'apport réalisé est double: un premier réseau de prises d'eau et de galeries est établi à la cote 2 400, depuis le versant Ouest de la crête des Mischabel au-dessus de Randa, jusqu'à la retenue de la Grande Dixence elle-même; les auges glaciaires de Findeln et du Gorner sont franchies en siphon, les Vals de Tourtemagne et d'Anniviers contournés par le Sud. Des galeries affluentes amènent les eaux du

¹ Un « blondin » est un téléphérique de chantier destiné à déposer le béton fraîchement préparé dans la bétonnière au point même où il doit être coulé. L'un des points d'ancrage du téléphérique est mobile et constitué par un haut et robuste pylône monté sur rails et se déplaçant perpendiculairement au barrage. L'autre point d'ancrage est disposé fixe, ou mobile grâce à un dispositif identique à celui du premier, sur le versant opposé de la vallée, de sorte que le câble porteur soit tendu parallèlement à la corde de l'arc dessiné par la crête du barrage supposé rectiligne. En combinant déplacements du point d'ancrage et déplacements de la benne le long des câbles, on peut desservir n'importe quel point du chantier de bétonnage. La construction même du barrage de la Grande Dixence obligea à concevoir des matériels tout à fait inhabituels: les 4 blondins utilisés durent acheminer des charges 5 à 10 fois plus élevées (jusqu'à 25 t) que celles de la plupart des téléphériques à l'usage des touristes sur des portées comparables (1 000 m), alors que l'un des points d'ancrage au moins était mobile. Seul le barrage du « Boulder Dam », sur le Colorado (hauteur 273 m), posa de tels problèmes de construction.

versant N.-O. du Cervin aux vannes de Z'Mutt, celles de la Dent-Blanche et des galeries de Zinal à Schölnbühl, celles du chaînon du Pigne d'Arolla jusqu'à la station de dispatching et de pompage d'Arolla. Un deuxième réseau de galeries, foré à la cote 2 000, dessert les prises d'eau sous-glaciaires ou proglaciaires (construites à proximité immédiate mais en aval des fronts glaciaires), dans les vallées de Findeln, de Z'Mutt, de Ferpècle. Les eaux collectées à 2 000 m sont refoulées à la cote 2 400 par 5 stations de pompage: celles d'Arolla (66 000 CV) et de Z'Mutt (36 000 CV) sont les plus puissantes, les trois autres stations, de Findeln, de Staffel et de Ferpècle étant de moindre importance. On peut même utiliser une ou plusieurs de ces usines de pompage comme centrales hydroélectriques de secours en renversant simplement le sens de l'écoulement, les moteurs se transformant très aisément en alternateurs.

Bien que la Centrale de Chandoline fût conservée et agrandie, deux centrales nouvelles furent construites. A Fionnay (1 490 m), dans le Val de Bagnes, desservie par une galerie creusée à l'Ouest de la retenue et alimentée sous 870 m de chute, la puissance installée atteint en première étape 240 000 kVA, équivalente à celle de Chandoline. Les eaux de Fionnay sont reprises par une galerie souterraine et conduites au-dessus de la centrale de Nendaz, construite à 478 m dans la vallée du Rhône près de Riddes (puissance installée 120 000 kVA sous environ 1 000 m de chute). Quand tous les groupes prévus auront été mis en place, durant les 10 années à venir, la puissance installée atteindra alors près de 1,5 million de kVA, comparable à celles des plus grandes usines de basse chute, réalisées ou en projet en U.R.S.S., aux E.-U. et au Canada: 2,5 millions de kVA aux E.-U., 3,5 millions de kVA en Sibérie.

La réalisation de la Grande Dixence correspond probablement à l'état le plus avancé de la technique des captages hydroélectriques avant que les centrales nucléaires prennent le relais, tout au moins dans les économies mal pourvues en combustibles traditionnels. Même si dans quelques années les progrès de la technique et une conjoncture économique différente la faisaient paraître démodée, une telle entreprise laisserait au moins en héritage les résultats de tous les travaux de recherches préparatoires réalisés à cette occasion: études pétrographiques et tectoniques dans les hauts massifs alpins valaisans, recherches hydrologiques, sondages de glaciers, etc... qui ont permis d'accumuler une foule de données. Des chercheurs voués à la science pure n'auraient probablement jamais pu, même au prix d'un travail considérable plus long, parvenir aux résultats que les moyens matériels pratiquement illimités de la recherche appliquée ont permis d'obtenir en dix ans.